

Ⅲ - B16

鉛直載荷試験における杭の支持特性に及ぼす載荷方法の影響

大成建設（株） 正会員 加藤 一志
金沢大学 正会員 松本 樹典

1. まえがき

杭の鉛直載荷試験を簡易に短時間で行うには、従来の静的載荷試験（以後 SLT と略す）のように荷重保持した繰返し載荷を行うのではなく、短時間に荷重を単調増加させる試験法が考えられる。このような試験法として、急速載荷試験法があるが、この方法は、載荷継続時間 0.1～0.2 秒の間に杭体を動的（速度、加速度を持って）に地盤に貫入させるものである。STN を杭の鉛直載荷試験に用いるには、STN と SLT の試験結果にどのような差が生じるかを定量的に把握し、STN の試験結果から SLT から得られると同様な荷重～変位関係の推定が必要となる。本報は、同一地盤に同諸元の杭を別工法で施工した支持機構の異なる 2 本の試験杭に対するスタナミック試験機による急速載荷試験（以後 STN と略す）、SLT および SLT の載荷装置を用いて荷重を単調増加させたモニタリング試験（以後 MLT と略す）における杭の挙動を比較し、荷重保持の有無および荷重増加速度といった載荷方法が杭の支持特性に及ぼす影響を検討したものである。

2. 試験概要

試験場所の地盤を図-1 に示す。2 本の試験杭（T1, T5）は外径 300mm、壁厚さ 60mm、長さ 7m の同諸元の PHC 杭で、杭の先端位置は GL-7m である。T1 杭は、プレボーリング孔に建込みセメントミルクで根固めする

セメントミルク工法で施工した。T5 杭は、プレボーリング孔に建込み最終 2m をハンマーで打込むプレボーリング最終打撃工法で施工した。両杭とも、土質（地盤）工学会のクイの鉛直載荷基準の A 法に準じた繰返し載荷法による SLT を実施後、MLT, STN の順に試験を行った。両杭では、杭頭から 1.0, 4.0, 6.5m の位置に鉄筋計を埋込み、軸力を計測した。各試験杭の SLT, MLT および STN における杭頭の荷重～変位関係を図-2 と図-3 に示す。なお、図中の SLT の荷重～変位関係は、各荷重ス

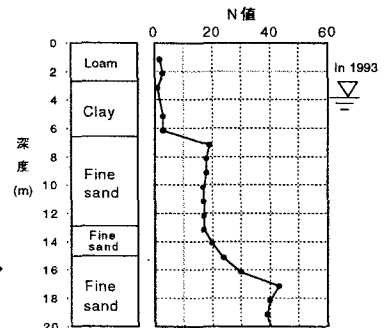


図-1 地盤概要

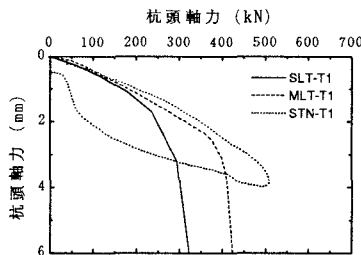


図-2 杭頭の荷重～変位関係（T1 杭）

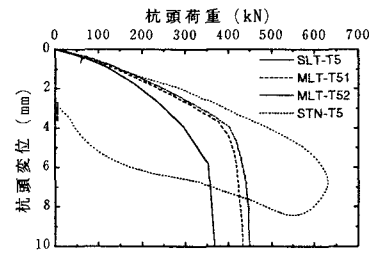


図-3 杭頭の荷重～変位関係（T5 杭）

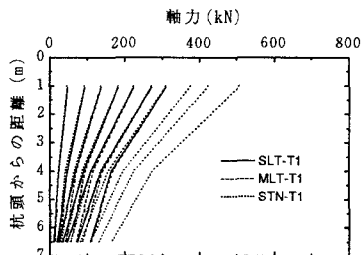


図-4 軸力分布図（T1 杭）

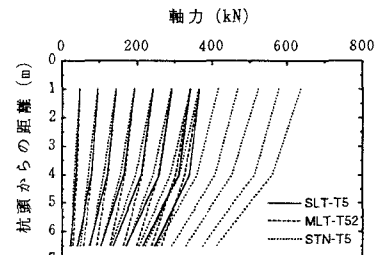


図-5 軸力分布図（T5 杭）

杭, 載荷試験, 排水条件, 動的効果

〒163-06 東京都新宿 1-25-1 TEL 03-5381-5076 FAX 03-3340-4659
〒920 金沢市小立野 2-40-20 TEL 0762-34-4625 FAX 0762-34-4632

テップで荷重保持した後の変位を直線で結んだものである。また、SLT、MLT および STN におけ軸力分布を図-4 と図-5 に示す。

3. 載荷特性が杭の支持特性に及ぼす影響

図-2 と図-3 によれば、いずれの試験杭においても、杭頭剛性は、SLT、MLT、STN の順に大きくなり、最大荷重も杭頭剛性と同様に、SLT、MLT、STN の順に大きくなる。このことは、支持機構に係わらず荷重保持の有無および荷重増加速度が杭頭の荷重～変位関係に影響することを示している。さらに、それらの載荷特性が杭の支持特性に及ぼす影響を検討するため、各試験に対して同一杭頭変位における周面摩擦力比、先端抵抗力比および全抵抗力比（杭頭荷重比）を求め、表-1 に示す。

表-1 によれば、荷重を保持しない MLT では、SLT と比べ、周面摩擦力はほぼ同じ値を示すのに係わらず、先端抵抗力は T1 杭で 2.0～2.3 倍、T5 杭で 1.4～1.6 倍になっている。これにより、荷重保持の有無の影響は、先端抵抗力に顕著に表れることが解る。その理由としては、SLT では荷重保持の間に杭先端地盤の間隙水圧が消散し、地盤がせん断変形と体積圧縮を起こすが、MLT では荷重中に排水が十分でないためせん断変形のみが生じていることが考えられる。また、杭周面の地盤は SLT においてもせん断変形が卓越しているため、荷重保持による排水の影響を受けにくいものと考えられる。

STN は、最大荷重までに要する時間が 50～100ms と短く、MLT（最大荷重までの所要時間 5 分程度）と比べかなり大きな荷重増加速度で載荷する。表-1 によれば、STN では速度、加速度を持って杭が貫入するため、周面摩擦力についても SLT と比べ降伏変位以降において約 1.5 倍程度大きな値となっている。これは、地盤変形のひずみ速度効果や逸散減衰といった動的効果によるものと考えられる。また、先端抵抗力については、STN は MLT の結果よりも大きく、排水の影響に加えて、動的効果により MLT よりもさらに大きな抵抗力となることを示している。STN では、動的効果により SLT の先端抵抗力に対して T1 杭では 2～4 割、T5 杭では 2～6 割大きくなることが解る。

4. まとめ

本検討により、荷重を保持せずに短時間に最大荷重まで載荷する試験法により杭の鉛直載荷試験を実施した場合に、従来の SLT と比べ、同一杭頭変位における周面摩擦力、先端抵抗力ともに大きくなることが解った。その理由としては、周面摩擦力については動的効果が、先端抵抗力については地盤の排水と動的効果の影響が大きいことが考えられる。今後は、これらの影響の大きさを推定し、STN より SLT の試験結果を推定する解釈法の確立が必要となる。

本報は、急速載荷試験法研究会の活動成果の一部をまとめたものであり、執筆に際し御指導頂いた研究会会員各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 篠田・松木・小泉・尾身・脇 (1994) : 急速載荷試験によるモデル杭試験報告 (その 2) - 埋込みコンクリート杭のスタナミック試験 -, 第 29 回土質工学研究発表会講演集, pp.1419-1422.
- 2) 加藤・稲川・上野・久保 (1994) : 急速載荷試験によるモデル杭試験報告 (その 3) - 打込みコンクリート杭のスタナミック試験 -, 第 29 回土質工学研究発表会講演集, pp.1411-1414.

表-1 各試験の周面摩擦力、先端抵抗力、杭頭荷重の比較

		杭頭変位 (mm)	荷重 (kN)							
			SLT	MLT1	MLT1/SLT	MLT2	MLT2/SLT	STN	STN/SLT	
T1杭	SLT降伏変位/2	1.3	周面	165	155	0.94	---	---	193	1.16
			先端	35	70	1.98			67	1.92
			合計	200	224	1.12			260	1.30
	SLT降伏変位	2.6	周面	218	257	1.18	---	---	307	1.41
			先端	54	122	2.28			135	2.52
			合計	272	379	1.39			442	1.63
	STN最大変位	3.8	周面	235	271	1.15	---	---	345	1.47
			先端	65	139	2.14			163	2.51
			合計	300	410	1.37			508	1.69
T5杭	SLT降伏変位/2	2.9	周面	113	106	0.94	106	0.94	145	1.29
			先端	133	211	1.59	222	1.67	237	1.78
			合計	246	318	1.29	328	1.33	382	1.55
	SLT降伏変位	5.8	周面	146	132	0.91	131	0.89	221	1.51
			先端	207	286	1.39	302	1.46	407	1.97
			合計	353	419	1.19	432	1.23	628	1.78
	STN最大変位	6.7	周面	147	132	0.90	130	0.89	223	1.52
			先端	209	290	1.39	310	1.48	408	1.95
			合計	356	423	1.19	441	1.24	631	1.77